

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-145531
(43)Date of publication of application : 28.05.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/036

(21) Application number : 09-309084

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22) Date of filing : 11.11.1997

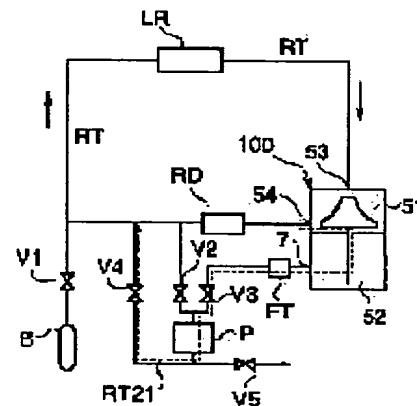
(72)Inventor : HORIKAWA KOJI

(54) GAS CIRCULATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas circulation equipment with a small amount of gas consumption, without the need for discharging a gas to the outside.

SOLUTION: By operating a turbo blower 100 and a vacuum pump P and at the same time adjusting the opening of switching valves V3 and V4, a gas is circulated to a second gas circulation path RT21. More specifically, a mixed gas passes through a gas compression room 51 and a seal mechanism from a gas circulation path RT and flows into a bearing-retaining room 52. Then, it reaches an oil mist filter FT from an external port 7, where impurities such as oil is eliminated and then returns to the gas circulation path RT after passing through the switching valve V4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (NS70)

【特許請求の範囲】

【請求項1】ガス循環経路と、このガス循環経路上に配設されるガス圧縮機およびレーザ発振部とを備えてなり、ガス圧縮機が、回転翼を保持しガスを循環させる機能を有するガス圧縮室と、前記回転翼に直結された回転翼駆動軸を保持する軸受保持室とを備えてなるものであるガス循環器において、前記ガス循環経路からガス圧縮室、軸受保持室を介して再びガス循環経路に至る第2ガス循環経路を設け、この第2ガス循環経路にもガスを循環させるように構成したことを特徴とするガス循環器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CO₂ガスレーザ等に適用されるガス循環器に関する。

【0002】

【従来の技術】CO₂ガスレーザ等に適用されるガス循環器は、レーザ発振部に常にガスを循環させておくようになるため、ガス循環経路とこのガス循環経路上に配設されるガス循環用のガス圧縮機とを備えてなる。このガス圧縮機とは回転翼を保持しガスを循環させる機能を有するガス圧縮室と、回転翼に直結された回転翼駆動軸を保持する軸受保持室とを備えてなるものと知られている。しかして従来、軸受に転がり軸受等の接触型のものを用い潤滑用オイルを必要とするガス圧縮機を使用するガス循環器においては、このオイルが、前記回転翼駆動軸に沿って軸受保持室からガス圧縮室を介しガス循環経路内に混入しないように、ラビリンスシール等のシール機構を配するとともに、軸受保持室内をガス圧縮室より低圧にすべく、真空ポンプを軸受保持室に接続し、真空ポンプによりガスを吸引するとともに、この吸引したガスを大気中に排出していた。また、ガス循環経路からガス圧縮室、軸受保持室を介して排出されるガス量に見合うガス量をガス循環経路に設けた混合ガスポンベから供給し、ガス循環経路内の圧力低下を防止していた。

【0003】一方、軸受に、動圧ガス軸受を用いたガス圧縮機を使用するガス循環器においては、軸受に常にガスを供給しなければならないため、混合ガスポンベを軸受保持室に接続して軸受保持室にガスを導入するとともに、軸受保持室からガス圧縮室を介しガス循環経路内に流入するガス量に見合うガス量をガス循環経路に設けた真空ポンプ等により大気中に排出し、ガス循環経路内の圧力が上昇しないようにする必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなものでは、いずれにしても、大気中に排出したガス量に相当するガス量を、常に混合ガスポンベから供給し続けなければならぬため、ガス消費量が大きくランニングコストがかさむという問題点があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決する

ために、本発明は、ガス循環経路と、このガス循環経路上に配設されるガス圧縮機およびレーザ発振部とを備えてなり、ガス圧縮機が、回転翼を保持しガスを循環させる機能を有するガス圧縮室と、前記回転翼に直結された回転翼駆動軸を保持する軸受保持室とを備えてなるものであるガス循環器において、前記ガス循環経路からガス圧縮室、軸受保持室を介して再びガス循環経路に至る第2ガス循環経路を設け、この第2ガス循環経路にもガスを循環させるように構成したことを特徴とするものである。

【0006】このようなものであれば、ガス循環経路上のガスを軸受保持室に流入させ、再びガス循環経路上に戻すこととなり、外部にガスを排出する必要がなくなるので、混合ガスポンベからは、レーザ発振部において消費される微量のガス量のみを供給するだけで良くなる。すなわち、ガス消費量を低減してランニングコストを下げる事が可能になる。

【0007】

【実施例】以下本発明の第1実施例を、図1～図3を参照して説明する。本実施例のガス循環器は、図1に示すように、ガス循環経路RTと、ガス循環経路RT上に設けたレーザ発振部LRと、レーザ発振部LRに直列にガス循環経路RT上に設けたガス圧縮機たるターボプロワ100と、ターボプロワ100の下流に設けた熱交換器RDと、ガス循環経路RTを循環するガスを供給する混合ガスポンベBと、ドライタイプの真空ポンプPとを備えてなる。

【0008】このターボプロワ100は、図2に示すように、ケーシング5と、回転翼駆動軸2と、この回転翼駆動軸2の上端に固定した回転翼1と、この回転翼駆動軸2を回動可能に支承する転がり軸受3と、この回転翼駆動軸2を回転させる電動モータ4とを備してなる遠心式のものである。なお、本実施例のものは回転翼駆動軸2を起立させて使用する。

【0009】ケーシング5は、回転翼1を内蔵するガス圧縮室51と、これらガス圧縮室51の下端から連続して設けられ、回転翼駆動軸2を遊戻させる軸受保持室52とを備えてなる。ガス圧縮室51は、各回転翼1の頂部方向に開口するガス導入ポート53と、回転翼1の側方に開口するガス導出ポート54とを備えてなる。軸受保持室52は、その中央近傍に設けられ後述する電動モータ4を支持するモータ配設部55と、このモータ配設部55の上下方にそれぞれ設けられ転がり軸受3を支持する軸受支持部56と、下端部に設けたオイルだめ部22と備えてなる。また、この軸受保持室52と外部ポート7を接続する外部接続経路6を設けている。さらに、軸受保持室52とガス圧縮室51とは、例えば回転翼駆動軸2の上端に周設したラビリンスシール等のシール機構8により区切っている。

【0010】回転翼1は、切頭円錐状の基体11の斜面

部に螺旋状に複数の翼体12を立設したもので一般に知られているものである。回転翼駆動軸2は、例えば、内部に図示しないオイル供給路を有し、このオイル供給路の一端をオイルだめ部22に開口させるとともに、他端を転がり軸受の上側に開口させたものである。さらに、オイル供給路の下端に一体に設けられオイルだめ22からオイルを吸い上げる図示しない遠心ポンプ部とを備えている。

【0011】転がり軸受3は、軸受支持部56に支持させたもので、本実施例では、アンギュラタイプのものを採用し、ジャーナル方向、スラスト方向に作用する両荷重を支持しうるようしている。電動モータ4は、ロータ41を回転翼駆動軸2に外嵌させて固定するとともに、ロータ41の周囲にケーシング5に支持させてステータ42を配設した例えればDCブラシレス式のものであって、回転翼駆動軸2と一体的に設け、直接的に回転翼駆動軸2を駆動させるものである。本実施例では電動モータ4の駆動源としてインバータ43を用いている。

【0012】しかして、本実施例の特徴であるガス循環器の配管構成は、図1に示すように、真空ポンプPの吸気ポートをガス循環経路RTとターボプロワ100の外部ポート7とにそれぞれ開閉弁V2、V3を介して接続し、真空ポンプPの排気ポートをガス循環経路RTと大気とにそれぞれ開閉弁V4、V5を介して接続したものである。また、開閉弁V3とターボプロワ100の外部ポート7との間には、軸受保持室52内からなる潤滑オイル等の不純物を除去するオイルミストフィルタFTを設けている。すなわち、本実施例では、ガス循環経路RT、ガス圧縮室51、シール機構8、軸受保持室52、外部ポート7、オイルミストフィルタFT、開閉弁V3、真空ポンプP、および開閉弁V4から再びガス循環経路RTに戻る配管経路が、第2ガス循環経路RT21に相当することとなる。また、混合ガスピボンベBは、開閉弁V1を介してガス循環経路RTに接続している。

【0013】このように構成したガス循環器の使用方法について以下に述べる。循環器稼働時においては、事前にガス循環経路RT内を所定圧力の混合ガスで充満する必要がある。このために、最初、開閉弁V1～V5を全て閉じた状態から開閉弁V2、V3、V5を開くとともに真空ポンプPを駆動してガス循環経路RT内を真空状態にした後、開閉弁V2、V3、V5を閉止する。しかる後、開閉弁V1を開いて混合ガスピボンベBからガスページし、ガス循環経路RTのガス圧が所定圧になれば開閉弁V1を閉止する。実際にはこの操作を何回か繰り返し、ガス純度を所定以上にする。そして、再び開閉弁V1～V5を全て閉じた状態にする。

【0014】次に、ターボプロワ100、真空ポンプPを運転するとともに、開閉弁V3、V4の開度を調整することによって、第2ガス循環経路RT21にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路RTか

ら、ガス圧縮室51、シール機構8を通過し、軸受保持室52に流入する。そして、外部ポート7からオイルミストフィルタFTに至り、ここでオイル等の不純物を取り除かれた後、開閉弁V3、真空ポンプP、開閉弁V4を経由してガス循環経路RTに戻ることとなる。本実施例の場合は、ガス循環経路RTを真空にする場合と、第2ガス循環系路RT21にガスを循環させる場合とで真空ポンプPを共用しているが、前者と後者とで真空ポンプPの圧縮比性能を変える必要があるため、真空ポンプPの回転数を後者の場合に遅くして圧縮比性能を落として用いている。また、レーザ発振部LRにより消費されるガス分量に見合うガス量を供給して、ガス循環経路RT内のガス量を一定に保つべく、開閉弁V1を若干開いて、混合ガスピボンベBからガス循環経路RTにガスを供給している。

【0015】真空ポンプPにロータリポンプなどのオイルを使用するタイプのものを用いる場合には、図3に示すように、開閉弁V4と真空ポートPの排気ポートとの間にさらにオイルミストフィルタFT2を設けたり、あるいはオイルミストフィルタ内蔵の真空ポンプを用いればよい。次に、本発明の第2実施例を、図4～図6を参照して説明する。なお、第1実施例と同様の部材については、同一の符号を付すこととする。

【0016】本実施例のガス循環器は、図4に示すように、ガス循環経路RTと、ガス循環経路RT上に設けたレーザ発振部LRと、レーザ発振部LRに直列にガス循環経路RT上に設けたガス圧縮機たるターボプロワ101と、ターボプロワ101の下流に設けた熱交換器RDと、ガス循環経路RTを循環するガスを供給する混合ガスピボンベBと、ドライタイプの真空ポンプPとを備えてなる。

【0017】第1実施例との差異は、ターボプロワ101が動圧ガス軸受を有するものである点であり、このターボプロワ101について以下に簡単に説明しておく。このターボプロワ101は、図5に示すように、ケーシング5と、回転翼駆動軸102と、この回転翼駆動軸2の上端に固定した回転翼1と、この回転翼駆動軸102を回動可能に支承する動圧ガス軸受131、132と、この回転翼駆動軸2を回転させる電動モータ4とを備してなる遠心式のものである。なお、本実施例のものは回転翼駆動軸102を起立させて使用する。

【0018】本実施例のターボプロワ101は、第1実施例の転がり軸受に代えて動圧ガス軸受を採用したものである。したがって、回転翼やガス圧縮室の構成は第1実施例と同様であるが、軸受の違いにより、回転翼駆動軸、軸受保持室、シール機構の構成に差異を生じる。差異部分を図5に基づいて個々に説明すると、回転翼駆動軸102は下端部近傍に設けた円盤体121を一体に備えてなる。

【0019】軸受保持室152には、その中央近傍に電

動モータ 4 を配設し得るモータ配設部 5 5 と、その下端近傍に後述するスラスト軸受 1 3 2 を配設するスラスト軸受配設部 1 5 6 とを設けている。さらに、ケーシング 5 の外面に開口する外部ポート 7 と連通させる外部接続経路 6 を設けている。また、軸受保持室 1 5 2 とガス圧縮室 5 1 とは、回転翼駆動軸 1 0 2 の両端端に周設したシール機構 1 0 8 により区切っている。このシール機構 1 0 8 は軸受保持室 1 5 2 とガス圧縮室 5 1 とを完全に分離してしまうものではなく、若干の隙間をもって連通させるとともに絞り機能を有するものである。

【0020】軸受は、動圧ガス軸受と称されるもので、本実施例では、ジャーナル方向に作用する負荷に対して回転翼駆動軸 1 0 2 を支持するジャーナル軸受 1 3 1 と、スラスト方向に作用する負荷に対して回転翼駆動軸 2 を支持するスラスト軸受 1 3 2 とから構成している。ジャーナル軸受 1 3 1 は、回転翼駆動軸 1 0 2 の中間より上方よりおよび下方よりの 2 カ所に配設したもので、例えば、矩形状の薄板を丸めて形成するとともにその一端を後述する軸受保持室 1 5 2 の内壁面に支持させ、回転翼駆動軸 1 0 2 の周囲に配置したジャーナル支持板 1 3 3 と、このジャーナル支持板 1 3 3 の外方に周設され、ジャーナル支持板 1 3 3 を内方に弹性付勢して回転翼駆動軸 1 0 2 に押接させる複数の板ばね材 1 3 4 とから構成したものである。スラスト軸受 1 3 2 は、例えば、円盤体 1 2 1 の上下にそれぞれ配設したスラスト支持板 1 3 6 と、これらスラスト支持板 1 3 6 の上下に配設されスラスト支持板 1 3 6 を弹性付勢して円盤体 1 2 1 に押接させる板ばね材 1 3 7 とから構成している。そして、回転翼駆動軸 1 0 2 が静止もしくは一定回転数以下の場合には、前記弹性付勢力により回転翼駆動軸 1 0 2 をがたなく支承し、一定回転数以上になると回転翼駆動軸 1 0 2 の回転により巻き込まれるガスを利用して、回転翼駆動軸 1 0 2 の周囲および円盤体 1 2 1 の上下面に動圧を発生させ、この動圧によりジャーナル支持板 1 3 3 およびスラスト支持板 1 3 6 を後退させて気体膜を形成し、回転翼駆動軸 1 0 2 を非接触に支持する機能を有するものである。

【0021】しかして、本実施例の特徴であるガス循環器の配管構成は、第 1 実施例とほぼ同様で、真空ポンプ P の吸気ポートをガス循環経路 R T とターボプロワ 1 0 1 の外部ポート 7 とにそれぞれ開閉弁 V 2 、 V 3 を介して接続し、真空ポンプ P の排気ポートをガス循環経路 R T と大気とにそれぞれ開閉弁 V 4 、 V 5 を介して接続したものである。しかして、軸受保持室 1 5 2 内は潤滑オイル等を用いずクリーンであるため、開閉弁 V 3 とターボプロワ 1 0 1 の外部ポート 7 とは直結している。すなわち、本実施例では、ガス循環経路 R T 、ガス圧縮室 5 1 、シール機構 1 0 8 、軸受保持室 1 5 2 、外部ポート 7 、開閉弁 V 3 、真空ポンプ P 、および開閉弁 V 4 から再びガス循環経路 R T に戻る配管経路が、第 2 ガス循環

経路 R T 2 2 に相当することとなる。また、混合ガスポンベ B は、開閉弁 V 1 を介してガス循環経路 R T に接続している。

【0022】このように構成したガス循環器の使用方法について図 4 に基づいて以下に述べる。循環器稼働においては、事前にガス循環経路 R T 内を所定圧力の混合ガスで充満する必要がある。このために、最初、開閉弁 V 1 ～ V 5 を全て閉じた状態から開閉弁 V 2 、 V 3 、 V 5 を開くとともに真空ポンプ P を駆動してガス循環経路 R T 内を真空状態にした後、開閉弁 V 2 、 V 3 、 V 5 を閉止する。しかし後、開閉弁 V 1 を開いて混合ガスポンベ B からガスバージし、ガス循環経路 R T のガス圧が所定圧になれば開閉弁 V 1 を閉止する。実際にはこの操作を何回か繰り返し、ガス純度を所定以上にする。そして、再び開閉弁 V 1 ～ V 5 を全て閉じた状態にする。

【0023】次に、ターボプロワ 1 0 1 、真空ポンプ P を運転するとともに、開閉弁 V 3 、 V 4 の開度を調整することによって、第 2 ガス循環経路 R T 2 2 にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路 R T から、ガス圧縮室 5 1 、シール機構 1 0 8 を通過し、軸受保持室 1 5 2 に流入する。そして、外部ポート 7 から開閉弁 V 3 、真空ポンプ P 、開閉弁 V 4 を経由してガス循環経路 R T に戻ることとなる。本実施例の場合は、ガス循環経路 R T を真空にする場合と、第 2 ガス循環系路 R T 2 2 にガスを循環させる場合とで真空ポンプ P を共用しているが、第 1 実施例同様、前者と後者とで真空ポンプ P の圧縮比性能を変える必要があるため、真空ポンプ P の回転数を後者の場合に遅くして圧縮比性能を落として用いている。また、レーザ発振部 L R により消費されるガス量に見合うガス量を供給して、ガス循環経路 R T 内のガス量を一定に保つべく、開閉弁 V 1 を若干開いて、混合ガスポンベ B からガス循環経路 R T にガスを供給している。

【0024】真空ポンプ P にロータリポンプなどのオイルを使用するタイプのものを用いる場合には、図示しないが、開閉弁 V 4 と真空ポート P の排気ポートとに間にオイルミストフィルタを設けたり、あるいは真空ポンプにオイルミストフィルタ内蔵のものを用いればよい。また、第 2 実施例の配管の変形例として、図 6 に示すガス循環器について説明する。図 6 では、配管構成として、真空ポンプ P の吸気ポートをガス循環経路 R T に開閉弁 V 7 を介して接続し、真空ポンプ P の排気ポートをターボプロワ 1 0 1 の外部ポート 7 と大気とにそれぞれ開閉弁 V 8 、 V 9 を介して接続したものである。なお、真空ポンプ P にオイル使用タイプのものを用いる場合には、真空ポンプ P の排気ポートと開閉弁 V 8 との間にオイルミストフィルタを設ければよい。しかして、この場合は、ガス循環経路 R T 、開閉弁 V 7 、真空ポンプ P 、開閉弁 V 8 、外部ポート 7 、軸受保持室 1 5 2 、シール機構 1 0 8 、およびガス圧縮室 5 1 から再びガス循環経路

R Tに戻る配管経路が第2ガス循環経路R T 2 3に相当することとなる。また、混合ガスポンベBは、開閉弁V 6を介してガス循環経路R Tに接続している。

【0025】このように構成したガス循環器の使用方法について以下に述べる。循環器稼働時においては、事前にガス循環経路R T内を所定圧力の混合ガスで充満する必要がある。このために、最初、開閉弁V 6～V 9を全て閉じた状態から開閉弁V 7、V 9を開くとともに真空ポンプPを駆動してガス循環経路R T内を真空状態にした後、開閉弁V 7、V 9を閉止する。しかし後、開閉弁V 6を開いて混合ガスポンベBからガスバージし、ガス循環経路R Tのガス圧が所定圧になれば開閉弁V 6を閉止する。実際にはこの操作を何回か繰り返し、ガス純度を所定以上にする。そして、再び開閉弁V 6～V 9を全て閉じた状態にする。

【0026】次に、ターボプロワ101、真空ポンプPを運転するとともに、開閉弁V 7、V 9の開度を調整することによって、第2ガス循環経路R T 2 3にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路R Tから、開閉弁V 7、真空ポンプP、開閉弁V 8、外部ポート7を通過し、軸受保持室1 5 2に流入する。そして、シール機構1 0 8からガス圧縮室5 1を経由してガス循環経路R Tに戻ることとなる。なお、本変形例の場合もガス循環経路R Tを真空にする場合と、第2ガス循環経路R T 2 3にガスを循環させる場合とで真空ポンプPを共用しているため、真空ポンプPの回転数を後者の場合に遅くして圧縮比性能を落として用いている。また、レーザ発振部L Rにより消費されるガス量に見合うガス量を供給して、ガス循環経路R T内のガス量を一定に保つべく、開閉弁V 6を若干開いて、混合ガスポンベBからガス循環経路R Tにガスを供給している。

【0027】したがって、第1、第2実施例に示したものであれば、ガス循環経路R T上のガスを軸受保持室5 2、1 5 2に流入させ、再びガス循環経路R T上に戻すこととなり、外部にガスを排出する必要がなくなるので、混合ガスポンベBからは、レーザ発振部L Rにおいて消費される微量のガス量のみを供給するだけで良くなる。すなわち、ガス消費量を低減してランニングコストを下げることが可能になる。また、真空ポンプPをガス循環経路R Tの真空排気用として、また、第2ガス循環経路R T 2 1、R T 2 2、R T 2 3にガスを循環させるものとして共用できるように配管構成しているので、第2ガス循環経路R T 2 1、R T 2 2、R T 2 3にガスを循環させるガス圧縮機等を不要にして部品削減を図れる。

【0028】特に第2実施例によれば、潤滑オイルを用いないので、ガス循環経路R Tに潤滑オイルが混入することなく、レーザ発振部L R内の図示しない光学ミラー表面にオイルが付着してレーザ出力値が低下するといった問題を抜本的に解決できる。また、動圧ガス軸受の

場合は一般的に放熱機構が必要であるが、第2ガス循環経路R T 2 2、R T 2 3にガスを循環させていることが、放熱機構を兼ねることとなり、別途放熱機構を設けずともすむ。さらに、第2実施例中変形例によれば、軸受保持室1 5 2を高圧にしているので、気体膜の圧力を容易に高めることができ、動圧ガス軸受3 1、3 2の支持力を大きくして軸受性能を有効に高めることができる。

【0029】なお、本発明は以上示した実施例のみに限定されるものではない。例えば、第2ガス循環経路にガスを循環させるガス圧縮機を独立して設けても構わない。また混合ガスポンベから供給するガス量の調整は、供給するガス量自体が非常に小さく、またポンベ内の圧力変化等でも変化するため、ガス循環経路上に、別途排気用バルブを設けておき、この排気バルブによりガス循環経路内のガス圧を一定に保つようにしても良い。また、ガス圧縮機は、遠心式のターボプロワに限定されるものではなく、本発明の趣旨にそるものであれば、メカニカルペースタポンプ等でも構わない。

【0030】その他、各部の構成は図示例に限定されるものではない。例えば、例えば真空ポンプや混合ガスポンベの配設位置を適宜変えても構わない等、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【0031】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、ガス循環経路上のガスを軸受保持室に流入させ、再びガス循環経路上に戻すこととなり、外部にガスを排出する必要がなくなるので、混合ガスポンベからは、レーザ発振部において消費される微量のガス量のみを供給するだけで良くなる。すなわち、ガス消費量を低減してランニングコストを下げることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すガス循環器の全体概略回路図。

【図2】同実施例のターボプロワの概略断面図。

【図3】同実施例における回路変形例を示す全体概略回路図。

【図4】本発明の第2実施例を示すガス循環器の全体概略回路図。

【図5】同実施例のターボプロワの概略断面図。

【図6】同実施例における回路変形例を示す全体概略回路図。

【符号の説明】

100、101…ガス圧縮機（ターボプロワ）

1…回転翼

2、102…回転翼駆動軸

51…ガス圧縮室

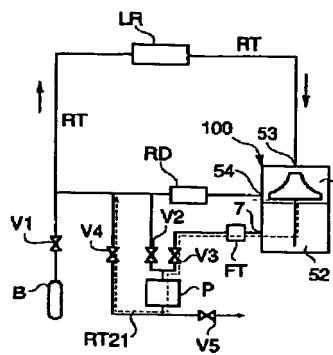
52、152…軸受保持室

R T…ガス循環経路

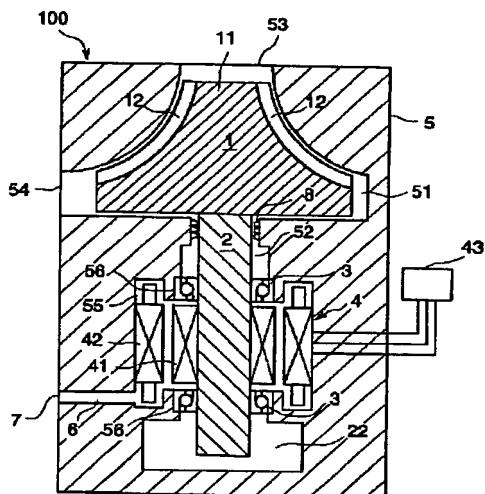
L R…レーザ発振部

RT21、RT22、RT23…第2ガス循環経路

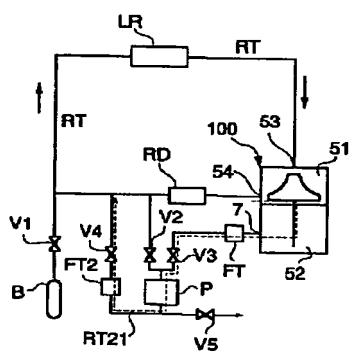
[図1]



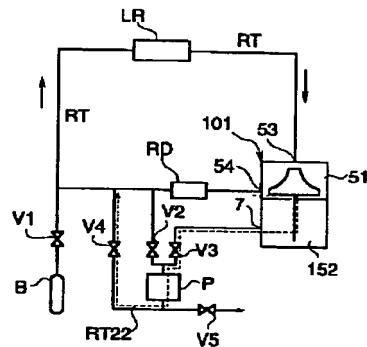
【図2】



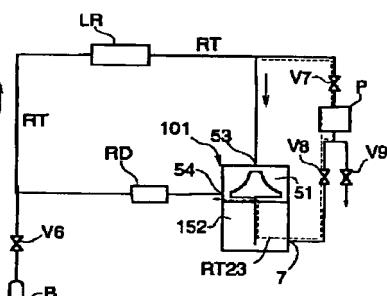
【図3】



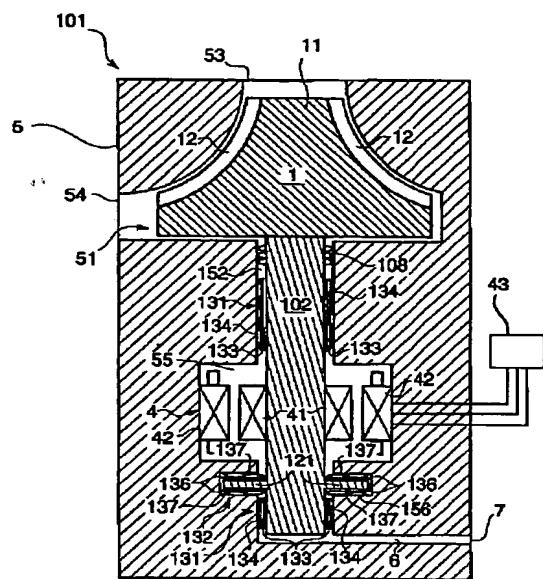
【図4】



【図6】



【図5】





THIS PAGE BLANK (USPTO)